

NOM :
Prénom :

Sciences physiques TS3

Physique :

Exercice I :

Diego Ufano est un capitaine espagnol qui a publié en 1613 à Bruxelles un « Tratado de Artilleria », dans lequel sont données pour la première fois des tables de tirs (portée du tir en fonction de l'angle de tir). Ce traité, traduit en plusieurs langues est paru en France en 1621.

1. Trajectoire d'un boulet de canon selon les modèles en vigueur aujourd'hui

On considère un boulet de masse m , sortant du canon en un point O

avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$ faisant un angle α par rapport à l'horizontale ; α est appelé « angle de tir ».

Le repère d'étude, dans le référentiel terrestre approximativement

galiléen, est $(O; \vec{i}, \vec{j})$ où O est le point du sol à la verticale de A.

- Effectuer l'inventaire des forces que subit le projectile depuis la sortie du canon jusqu'à son arrivée au sol.
- Etablir les équations horaires du mouvement du boulet en négligeant les forces autres que le poids.
- Montrer que le mouvement est plan.

- Déduire, des équations horaires, une équation de la trajectoire dans le repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$.

2. Portée du tir

La portée de tir d est la distance horizontale parcourue par le boulet lorsqu'il touche le sol. Pour simplifier, on considère dans ce problème que le sol, au niveau de l'impact, est à la même altitude que le point A, et que les points A et O sont confondus (l'altitude de A initiale est nulle).

Extrait des tables de tir données par Diego Ufano

Ces tables de tirs donnent la portée d en fonction de l'angle de tir α .

Angle		Portée
65°	25°	766 m
	30°	866 m
48°	42°	995 m
45°		

- Montrer que la portée du canon, évaluée dans les conditions indiquées ci-dessus, est : $d = \frac{V_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$
- En utilisant l'indication correspondante à l'angle de tir $\alpha = 30^\circ$ de l'extrait de la table de tir, déduire la valeur V_0 de la vitesse initiale.
- Existe-t-il un autre angle pour lequel la portée serait identique à celle obtenue avec $\alpha = 30^\circ$? Si oui, le quel ? Justifier la réponse.
- Quelle est la portée maximale ? Démontrer que cette portée maximale correspond à un angle de tir de 45° .

Données : intensité du champ de pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

$$\sin 2\alpha = 2 \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\cos 30^\circ = 0,866 \quad \sin 30^\circ = 0,500 \quad \cos 60^\circ = 0,500 \quad \sin 60^\circ = 0,866$$

Exercice II :

Michel Fournier, parachutiste français de 58 ans, a le projet de franchir le mur du son en chute « libre ». Il veut réaliser cet exploit en sautant d'un ballon à une altitude de 40 000 mètres au dessus du Canada.

Le document donné en annexe est extrait d'un site Internet. Il indique :

- les différentes phases du saut (le film du saut) ;
- les deux records du monde à battre (d'Andreyev et de Kitingier) ;
- les principales caractéristiques de l'air à différentes altitudes (masse volumique, température et pression).

Dans cet exercice, on se propose de retrouver quelques précisions quantitatives données dans le film du saut.

Chute libre dans la haute atmosphère (stratosphère)

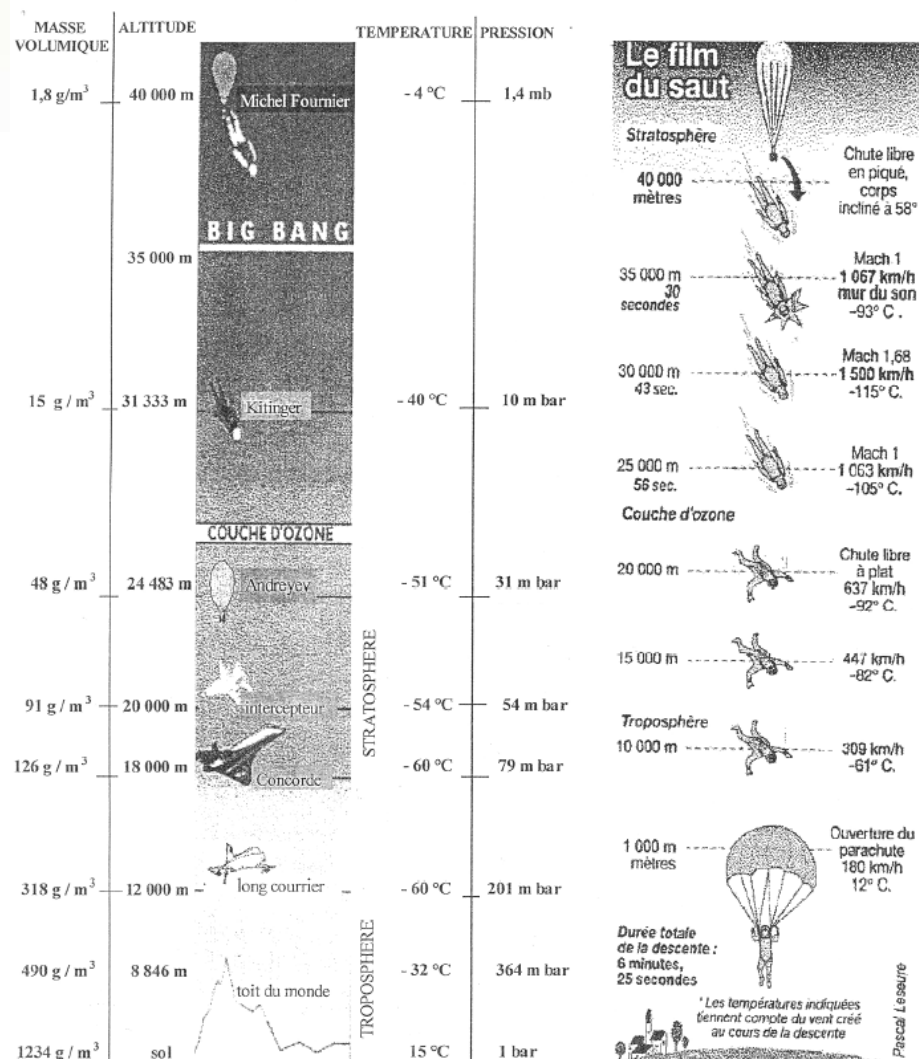
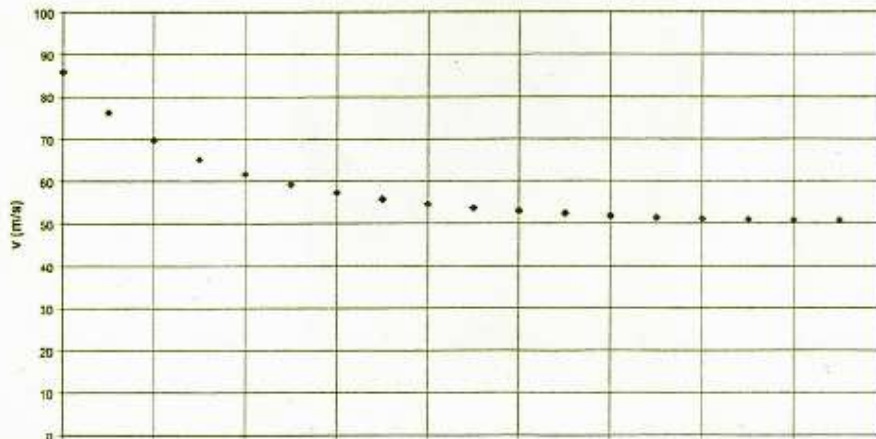
- En utilisant le document en annexe indiquer brièvement et sans faire de calcul la raison pour laquelle on peut faire l'hypothèse d'une chute libre pour cette première partie du saut.
- Dans cette première phase, on suppose la vitesse initiale nulle au moment du largage à l'altitude de 40 km. On considérera que l'accélération de la pesanteur vaut alors $g = 9,7 \text{ m.s}^{-2}$. Lorsque la vitesse du son est atteinte (1067 km.h^{-1}) :
 - Calculer la durée de chute depuis le largage.
 - Calculer la hauteur de chute et l'altitude atteinte.
 - Comparer ces résultats avec les données du document. Conclure.

Chute dans la basse atmosphère (troposphère)

A partir de l'altitude de 10 km, le sauteur avec son équipement de masse 200 kg, pénètre dans les couches denses de l'atmosphère avec une vitesse initiale de 309 km.h^{-1} . Dans cette zone, la valeur de l'accélération de la pesanteur est $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

- On admet que l'ensemble des forces exercées par l'air sur le sauteur peut se modéliser par une force de frottement dont la valeur f est reliée à la vitesse v par la relation: $f = k \cdot v^2$ avec $k = 0,78$ unités SI. A partir d'une analyse dimensionnelle, déterminer l'unité de la constante k dans le Système International.
- Établir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse $v(t)$, au cours de la chute. On utilisera un axe vertical dirigé vers le bas.
- Pour déterminer l'évolution de la vitesse on utilise la méthode itérative d'Euler avec un pas de résolution $\Delta t = 0,5$ s.
 - Soient v_n la vitesse à l'instant t_n et v_{n+1} la vitesse à l'instant $t_{n+1} = t_n + \Delta t$. Montrer que l'équation différentielle précédente peut se mettre sous la forme : $v_{n+1} = v_n + (A - B \cdot v_n^2)$ où $A = 4,9$ SI et $B = 1,95 \cdot 10^{-3}$ SI. Préciser les unités des constantes A et B .
 - En utilisant le graphe (figure 1) représentant la vitesse v en fonction du temps t calculée avec la relation précédente, indiquer :
 - l'ordre de grandeur de la durée nécessaire pour atteindre la vitesse limite ;
 - la valeur de cette vitesse limite exprimée en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$. Comparer cette valeur à la prévision indiquée sur le film du saut.

Graphe des variations de la vitesse en fonction du temps



Chimie :

Exercice I

En 1800, le comte A. Volta, professeur à l'Université de Padoue, reprenant les expériences du professeur d'anatomie L. Galvani sur l'électricité animale, mit au point une pile. Voici comment il décrit la constitution de « sa pile » :

Je me fournis de quelques douzaines de disques de cuivre, de laiton, ou mieux d'argent d'un pouce de diamètre et d'un nombre égal de plaques d'étain, ou ce qui est beaucoup mieux de zinc, de la même grandeur à peu près. Je prépare, en outre, un nombre assez grand de rondelles de carton, de peau ou de quelque autre matière spongieuse capable d'imbiber et de retenir beaucoup d'eau ou de l'humeur dont il faudra, pour le succès de l'expérience, qu'elles soient bien trempées. Ces tranches que j'appellerai disques mouillés, je les fais un peu plus petites que les disques métalliques. Ayant sous la main toutes ces pièces en bon état, c'est-à-dire les disques métalliques bien propres et secs et les autres non métalliques bien imbibés d'eau simple ou, ce qui est beaucoup mieux d'eau salée, et essuyés ensuite légèrement pour que l'humeur n'en dégoutte pas, je n'ai plus qu'à les arranger comme il convient. Je pose donc horizontalement sur une table un de ces plateaux métalliques, par exemple en argent, et sur ce premier, j'en adapte un de zinc. Sur ce second, je couche un des disques mouillés puis un autre plateau d'argent suivi immédiatement d'un autre de zinc auquel succéder encore un disque mouillé. Je continue à former de ces étages une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'écrouler. Or, si elle parvient à contenir environ vingt de ces étages ou couples de métaux, elle sera déjà capable non seulement de charger un condensateur mais aussi de lui faire donner une étincelle.

1. Pourquoi a-t-on appelé pile ce dispositif ?
2. Que signifie dans ce texte le mot *humeur* ?
3. Pourquoi l'eau salée est-elle plus efficace que l'eau simple pour le fonctionnement de ce dispositif ?
4. Quels sont les porteurs de charges qui peuvent passer entre un disque d'argent et un disque de zinc en contact ?
5. Quels sont les porteurs de charge qui peuvent se déplacer dans un disque de carton imbibé d'eau salée ?
6. Que se passe-t-il à la surface des disques de métal en contact avec un disque de carton ?
7. Lorsque la pile fonctionne, son système évolue dans le sens direct de l'équation : $\text{Zn(s)} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{HO}^-$
Donner les équations des réactions qui se produisent alors aux électrodes de cette pile. Préciser l'anode et la cathode.
8. Une telle pile débite une intensité de 8,5 mA pendant 5 heures. Calculer la variation de masse de l'électrode de zinc.

Donnée : $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$; 1 Faraday = 96500 C

Exercice II

Cet exercice est un QROC (questions à réponses ouvertes et courtes). A chaque affirmation, vous répondrez par VRAI ou FAUX. Toute réponse doit être accompagnée de justifications ou de commentaires brefs (définitions, calculs, exemples ou contre-exemples...).

I. Dans l'industrie monétaire, on cuivre une rondelle d'acier appelée flan pour obtenir certaines pièces de monnaie comme les pièces de 1, 2 et 5 centimes d'euros.

Après avoir subi plusieurs dégraissages chimiques et électrolytiques, suivis de différents rinçages, le cuivrage du «flan» s'effectue par électrolyse d'une solution de nitrate de cuivre (II) ($\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{NO}_3^{-}_{(\text{aq})}$).

I.1. L'électrolyse est :

- I.1.a.** une transformation chimique forcée ;
- I.1.b.** une transformation chimique spontanée.

I. 2. La demi-équation électronique modélisant la réaction qui a lieu au niveau de la rondelle métallique est :

- I.2.a.** $\text{Cu}_{(\text{s})} = \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^-$; **I.2.b.** $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- = \text{Cu}_{(\text{s})}$;
- I.2.c.** $\text{NO}_3^{-}_{(\text{aq})} + 4 \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})} + 3\text{e}^- = \text{NO}_{(\text{g})} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$.

I. 3. Cette rondelle est reliée :

- I.3.a.** à la borne + du générateur de tension continue ;
- I.3.b.** à la borne – du générateur de tension continue.

I. 4 Ce « flan » constitue donc :

- I.4.a.** l'anode de l'électrolyseur ; **I.4.b.** la cathode de l'électrolyseur.

I. 5. Pour maintenir constante la concentration en ions cuivre II (Cu^{2+}) dans l'électrolyte,

- I.5.a.** on place une électrode de cuivre à l'anode ;
- I.5.b.** on place une électrode de cuivre à la cathode ;
- I.5.c.** on rajoute de l'eau pure dans l'électrolyseur.

II. En fait, le cuivrage s'effectue, à 60°C, sur un tonneau dans lequel peut se trouver 80 kg de rondelles d'acier, soit environ 18000 rondelles. Pour une pièce de 5 centimes d'euros, la surface totale (les deux faces incluses !) à cuivrer est d'environ 9,2 cm² et on souhaite que l'épaisseur du dépôt soit d'au moins 25 μm ± 5 μm.

Données : • Masse volumique du cuivre : $\rho = 8960 \text{ kg.m}^{-3}$.

• Masses molaires atomiques :

• Charge d'une mole d'électrons : $1F = 96500 \text{ C}$

$$\left\{ \begin{array}{l} M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1} \\ M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1} \\ M(\text{N}) = 14,0 \text{ g.mol}^{-1} \end{array} \right.$$

II.1. La masse de cuivre à déposer, sur une rondelle d'acier, est de :

- II.1.a.** 20,6 g ; **II.1.b.** $2,06 \times 10^{-4} \text{ kg}$; **II.1.c.** 206 mg.

II.2. Pour le lot de 80 kg, il faut donc une quantité de cuivre d'environ :

- II.2.a.** $3,71 \times 10^2 \text{ kg}$; **II.2.b.** 3,71 kg ; **II.2.c.** 16,5 g.

II.3. La quantité d'électricité qui doit circuler pour réaliser ce dépôt est de :

- II.3.a.** $1,13 \times 10^7 \text{ C}$; **II.3.b.** $1,13 \times 10^9 \text{ C}$; **II.3.c.** $5,02 \times 10^4 \text{ C}$.

II.4. L'intensité du courant est constante et égale à 1200 A. La durée de l'opération est donc d'environ :

- II.4.a.** 15700 min ; **II.4.b.** 157 min ; **II.4.c.** 41,8 s.